全智慧图书馆——元宇宙成为实现途径*

■ 储节旺　李佳轩
安徽大学管理学院　合肥 230601

摘　要：［目的/意义］为了加快推进图书馆服务的变革与优化，对元宇宙及其相关技术进行分析，以探究其在图书馆中的应用前景。［方法/过程］通过对元宇宙及其底层技术、元宇宙应用于图书馆的理论逻辑进行探讨，提出元宇宙应用于图书馆的未来前景。［结果/结论］元宇宙及其相关技术的应用是推进图书馆向全智慧图书馆发展的关键，元宇宙概念也为图书馆的馆藏资源管理、阅读空间、文化推广、阅读体验、特殊用户服务等创造更多优势，实现智慧图书馆形态变革。

关键词：全智慧图书馆　元宇宙　虚拟现实　图书馆　服务模式
分类号：G250.7
DOI：10.13266/j.issn.0252-3116.2022.09.004

1　引言

当今世界，新一轮科技革命和产业变革蓬勃发展。虚拟现实是新一轮科技革命的代表性技术，也将成为驱动数字经济发展和产业转型升级的关键技术。2021年10月20日，世界VR产业大会云峰会开幕，中国代表王勇指出虚拟现实产业发展空间广阔、潜力巨大；要深入开展“VR+”行动，丰富终端产品和内容服务，推动虚拟现实技术产业化、产业规模化[1]。虚拟与现实产业的变革与发展改变了传统文化场所的服务方式，元宇宙的出现也给图书馆带来了新的机遇。每一次科技革命的演变都给图书馆的服务模式带来了颠覆性变革，从信息到知识再到大数据的不断发展，图书馆服务模式经历了从传统服务模式到数字图书馆服务模式再到智慧图书馆。而今天所提及的元宇宙同样是对图书馆服务模式的一次冲击。

智慧图书馆的发展有伪智慧、局部智慧、全智慧3个阶段[2]。从目前智慧图书馆的发展阶段而言，图书馆依然还处于伪智慧与局部智慧阶段[3]。互联网、物联网、大数据、云计算等技术[4]被广泛应用于图书馆的智慧服务，但其智慧服务一直受到时间、空间等限制。元宇宙的出现将打破数字世界与物理世界的界限，使智慧图书馆的服务边界得到拓展、为其智慧化发展带来更多可能性。因此，在元宇宙视角下探讨智慧图书馆服务模式的转变对于图书馆智慧服务的发展具有独特意义。

2　元宇宙及全智慧图书馆的概念

2.1　元宇宙

元宇宙（Metaverse）通常用于描述互联网未来迭代的概念，由链接到可被感知的虚拟世界的持续共享的三维虚拟空间组成[5]。该词源于作家N. Stephenson的科幻小说《雪崩》，书中情节发生在一个现实人类通过VR设备与虚拟人共同生活的虚拟空间[6]。从元宇宙的产生到现在，国内外并未有一个统一的定义，不同的厂商、学者以自己的方式对元宇宙进行解释。元宇宙的突然爆火与Facebook创始人M. Zuckerberg在The Verge的专访中有很大关系，他在采访中表示希望用5年左右的时间将Facebook打造为一家元宇宙公司[7]，他还认为元宇宙是互联网的未来。之后众多学者与企业家开始对元宇宙的概念进行探讨，B. Matthew[8]认为元宇宙的必须具有高度现实性，人们在现实中的生活都可以映射在元宇宙空间中。朱嘉明[9]认为元宇宙是一个平行于现实世界，又独立于现实世界的虚拟空间，是越来越真实的数字虚拟世界。Beamable公司创始人R. Jon[10]则将元宇宙按照不同层面进行划分。元宇宙提出后，许多公司试图实现这一概念，在美上市的游戏企业Roblox[11]就首先搭建元宇宙生态，之后各大厂商

* 本文系国家社会科学基金项目“开放创新环境下大数据知识生态系统协同演化与智慧涌现研究”（项目编号：20BTQ069）研究成果之一。
作者简介：储节旺，教授，博士生导师；李佳轩，硕士研究生，通信作者，E-mail：1159892696@qq.com。
收稿日期：2021-11-17　修回日期：2022-02-14　本文起止页码：33-39　本文责任编辑：徐健

都跻身投入元宇宙的建设中。

元宇宙旨在构建一个持久的虚拟共享空间,同时保持对现实世界的感知和体验,这就需要秉持共创、共建、共享、共治的价值观,全面融合大数据、人工智能、虚拟现实、5G、区块链、3D 引擎等新技术[12]。元宇宙的技术核心在于整合与运用,其底层技术如表 1 所示。对于元宇宙的探讨,不同领域有着不同的见解,但在图情领域,只探讨虚拟化、数字化并不是智慧图书馆的发展前景,全智慧图书馆的概念需要一步步实现,只有将元宇宙的底层技术不断引进,使图书馆智慧服务不断升级,才能最终实现元宇宙与图书馆的深度融合。

表 1 元宇宙主要底层技术

底层技术	实现功能
人工智能、数字孪生	元宇宙生态
区块链	进入验证
人工智能、云计算	底层算法
拓展现实、机器人、脑机接口	虚实仿真
5G	无阻碍网络

2.2 全智慧图书馆

2003 年芬兰奥卢大学图书馆的 M. Aittola 提出智慧图书馆一词[13],认为智慧图书馆不受时空限制,能够感知的移动图书馆服务,可以通过连接无线互联网帮助用户查找图书馆中的图书和其他类型资料。智慧图书馆是物理空间、数字空间和人类社会三维空间的立体结合,虚拟技术、智能技术等核心技术群是其产生和发展的基础[14]。在智慧图书馆发展的过程中,经历着伪智慧与局部智慧阶段,全智慧图书馆则是智慧图书馆发展的最终形态[2]。尽管全智慧图书馆是以智能技术为基础,但全智慧图书馆的核心是元宇宙底层技术的整合运用。其目标是图书馆的全智能服务与孪生数字图书馆的实现,这两个目标也是元宇宙在智慧图书馆中应用的两个阶段。全智慧图书馆的第一阶段是利用元宇宙的底层技术,如拓展现实、区块链等技术实现图书馆的全智能服务,即无人值守图书馆[4]。由于元宇宙的关键在于技术突破与技术整合,因此这个阶段全智慧图书馆的发展也在于元宇宙底层技术的引进与融合。对于这一阶段的尝试,国内外诸多图书馆都有所实践,比如哈尔滨工程大学图书馆搭建的 WEB 馆藏图书馆定位系统[15]、美国迈阿密大学图书馆[16]利用增强现实技术来识别图书。但这些尝试只是能够部分解决智慧图书馆在无馆员情况下的咨询、服务等要求,但还未能真正实现无人值守的全智慧服务。全智慧图书馆的第二阶段是孪生数字图书馆(Digital Twin Library)的构建与现实图书馆全智能的实现,这个阶段全智慧图书馆的服务将突破时间、空间的限制,在元宇宙中全智慧图书馆为用户提供数字身份核实,使用户以数字身份自由进入不受现实因素限制的图书馆虚拟空间,同时现实图书馆中的智慧服务达到全智能阶段。

在全智慧图书馆实现形态变革后,其服务模式将有以下几个方面的改变:

(1)传统智慧图书馆为读者提供的智慧服务大多是针对单个读者,读者与读者之间缺乏互动交流。如单个读者可以利用虚拟现实技术享受智慧图书馆的馆藏资源导航、介绍服务[17-18],但不同的读者并不能通过这个设备进行知识交互、设备之间是相互割裂的。而全智慧图书馆强调读者互联,利用元宇宙设备及技术为读者提供一个阅读共享空间,这个共享空间是读者与图书馆的双重建模,多位读者以数字替身的形式进入孪生数字图书馆,这并非是一种猜想,VR 社交的提出早已存在多年[19]。

(2)全智慧图书馆的出现意味着数字图书馆与现实图书馆的关系更为紧密,用户在进入数字图书馆时并不以网页形式进行浏览,更像是以 Second life 中的虚拟图书馆形式[20]进入,差别在于添加了 Second life 中所缺乏的体感交互与实时渲染。数字图书馆的建模以现实图书馆为雏形,进行立体再构,同时现实图书馆中馆藏资源的数字化转型也会更为迅速。在元宇宙底层技术的支持下,数字图书馆与现实图书馆不断交互,催生全智慧图书馆的出现,同时更多多元化的服务在全智慧图书馆中也可以因此得到整合,如健康信息岛、医学图书馆、影音娱乐、艺术展廊与博物馆、工程图书馆等[21]等都在一所孪生数字图书馆中得以实现。

(3)全智慧图书馆实现无人值守服务。在元宇宙视角下实现全智慧图书馆并不是脱实向虚,而是利用元宇宙技术实现数字图书馆与现实图书馆的双重升华。对于无人值守服务,尽管已经有图书馆进行尝试[22],但是并未实现真正的全智能服务。对于全智慧图书馆的智能发展,元宇宙的底层技术需要不断引进与完善,包括利用 3D 扫描技术、空间远近感知等技术来为用户实现图书馆馆内导航、图文检索、实时语音播报[23],利用人脸识别技术、RFID 技术等实现智能监控等[24]。

3 元宇宙助力全智慧图书馆的理论逻辑

在传统阅读时代,图书馆是存储知识、保留纸质文献并供有需要的人进行阅读和学习的资料性质的场

所[25]。但从20世纪中叶开始，人类社会进入了一个信息化进程，即进入"泛在信息社会[26]。"人们对于馆藏资源的要求也愈加个性化、多样化，现代图书馆从功能上已变成了人们汲取知识、放松身体、集教学和娱乐为一身的综合活动场所。尽管传统图书馆在服务方面不断推陈出新，但服务的优化大多涉及实体空间。随着移动图书馆、数字图书馆不断发展，传统图书馆开始向智慧图书馆发展，但在很长的一段时间中数字图书馆的发展都远远落后于现实图书馆[27]。而元宇宙的到来将使图书馆更快的走向全智慧多元化图书馆。

在元宇宙底层技术的应用理论上，李菲菲[28]提出区块链技术助力数字图书馆的权益管理、刘炜[29]提出5G与智慧图书馆的融合、傅平[30]对于人工智能在图书馆中的应用进行了回顾与展望。从这方面来看，元宇宙对于智慧图书馆的建设也并非空中楼阁，其底层技术的引用已有诸多学者进行探讨。

在数字孪生图书馆的建立上，全智慧图书馆追求的是真实、实时以及读者之间的交互，沈阳[31]在2007年曾提出三度空间和虚拟时空隧道理论，他认为将相互分割的若干个封闭的虚拟空间进行连接可形成更大的虚拟社区空间，这种空间互联理论为数字身份之间的互联与数字馆际间的互联提供了想象。Second life中的虚拟图书馆[32]也对空间互联进行了尝试，尽管其缺少了读者的实时交互以及体感仿真，不过其三维建模技术与馆藏资源的数字化转型无疑也为元宇宙在图书馆中的应用提供了诸多经验与思路。

4 元宇宙底层技术在全智慧图书馆中的应用展望

2021年是元宇宙的元年，无论是国内还是国外都对元宇宙有着无尽的好奇。面对元宇宙给图书馆带来的改造冲动与转型诱惑，图书馆界应保持理性。元宇宙或许不能立刻在图书馆中实现，但在元宇宙视角下去探讨其底层技术在智慧图书馆的应用是推动图书馆事业发展的方向之一。

4.1 虚拟现实在全智慧图书馆中的应用展望

元宇宙与虚拟现实密不可分，甚至虚拟现实就是元宇宙的最底层技术。虚拟现实通常指VR(Virtual Reality)、AR(Augmented Reality)、MR (Mediated Reality)等技术。三种技术的应用在智慧图书馆的建设中都已有诸多尝试，比如俄克拉荷马大学图书馆管理部门曾在图书馆开展"VR"项目，将文字以三维图像展现[33]。美国迈阿密北卡大学图书馆通过AR技术使读者可以在查阅书本书架时看到关于书本的简介以及历史[34]。在技术方面，VR、AR、MR、元宇宙各有特点，但却存在着代际更替。

虚拟现实技术在全智慧图书馆的应用展望分为两个阶段，其一是虚拟现技术在无人值守图书馆的应用，包括利用混合现实技术使馆藏资源与全息投影相结合，读者在阅读书本时通过头戴式显示器享受视觉与听觉的结合、利用AR技术实现实时导航、利用MR技术与AR程序帮助读者精准确定图书位置、获得图书的借阅情况和受欢迎程度[35]。其二是数字孪生图书馆的建立，在现阶段数字孪生图书馆的建立必须以现实馆藏资源为根基，通过为读者建立数字替身身份借助虚拟现实所具有的体感设备增强读者的沉浸感，同时根据数字替身以及读者在现实世界的借阅习惯，在数字孪生图书馆中为其推送关联信息并提供真正的、全方位、多元化的智慧服务。

4.2 区块链技术在全智慧图书馆中的应用

区块链技术是一种分布式记账方式，允许用户跟踪数字代币的来源和所有权[36]。无论是全智慧图书馆的哪个发展阶段，区块链技术都起着至关重要的作用。区块链技术可以通过时间戳确定数字孪生图书馆中虚拟数字资源的首次上传时间，并通过全节点认证、不可篡改等特性证明数字资源所有者的真实性，有效维护了数字孪生图书馆中数字资源的产权认定问题。也可以通过构建数字孪生图书馆的联盟链实现数字图书馆的馆际沟通、图书馆－作者之间的直接合作，促进数字资源的流通、实现图书馆资源的区块链化等[37]。

如果区块链作为元宇宙的核心技术，那么NFT(Non-Fungible Tokens)即非同质化代币就是区块链的核心，非同质化代币是在区块链上受到保护并不可替代的代币。由于非同质化代币能够映射现实物品的价值，其唯一性和不可替代性将为人们把现实世界中的事物映射到元宇宙提供可靠依据[38]，这就使用户可以在虚拟世界与现实世界中都能获得相应的经济权益。在全智慧图书馆中，非同质化代币可以为馆藏资源提供非同质化标识，这些标识为馆藏资源提供锚定价值。全智慧图书馆中馆藏资源的借阅记录、价值、文献来源等都被非同质化代币囊括其中，图书的流转阅读、推广使用都通过非同质化代币记录在区块链中。书本的管理将愈加方便简洁，书本的信息通过非同质化代币的快速扫描便可进行同步展示。非同质化代币也为数字孪生图书馆赋予了新的知识产权实现形式，馆藏资源

的拥有者都在非同质化代币的标识中进行记录,专利权也通过唯一标识的非同质化代币进行实现。事实上,第一本利用非同质化代币所编写的小说也已经在区块链上进行流转[39],在未来非同质化代币形式的数字资源同样可能成为全智慧图书馆馆藏资源的一部分。

4.3 数字孪生技术在全智慧图书馆的应用展望

数字孪生(Digital Twin)技术是指通过数字化的手段,利用物理模型,在虚拟空间中构建一个同样的实体来反映其全生命周期的过程。数字孪生技术本身便是数字孪生图书馆的核心技术,因此对于数字孪生技术在全智慧图书馆中的引入本文着重探讨全智慧图书馆的第一阶段,即数字孪生技术如何实现无人值守图书馆的服务优化。

无人值守图书馆的目标是为读者提供全智能的自助服务,通过数字孪生技术进行数字建模,以此构建图书馆的全景模型。读者使用立体模型代替传统的平面导航,通过程序在全景建模中选择图书馆中的不同区域并浏览该区域的资源目录,以此提高读者的借阅效率。在读者借阅过程中,利用数字孪生技术搭建动态的馆藏资源阅读数据展示平台为读者进行实时资源推荐,并根据读者的阅读习惯、阅读兴趣构建读者的孪生画像[40],为读者的下次借阅体验进行精准推荐。数字孪生技术可以使读者在借阅过程中得到更多的书籍信息,将书本中的文物、遗迹等实体以图画形式展现,优化读者的阅读体验。无人值守图书馆并不意味着不需要管理人员,孪生馆员可以为读者提供咨询服务以及阅览导航,而管理人员则可以通过孪生图书馆对图书馆内部进行实时监控与管理、包括设施维修、安全检测等,同时还可以根据孪生图书馆中馆藏资源的借阅情况,对未来馆内所需资源进行动态预测,增强服务优化的态势感知。总体而言,数字孪生技术在全智慧图书馆的应用如图 1 所示:

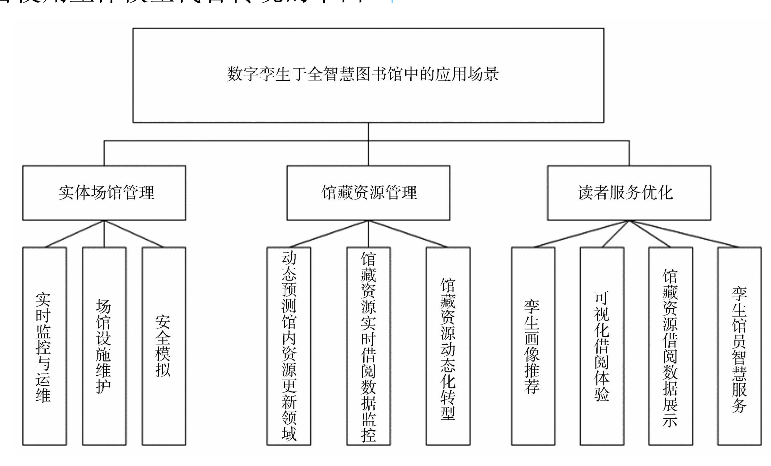


图 1 数字孪生技术于全智慧图书馆中的应用场景

5 元宇宙视域下智慧图书馆的服务转变

元宇宙并不是区块链、虚拟现实、人工智能的单一发展,而是技术创新的综合,因此对于元宇宙在智慧图书馆中的发展永远是以整体化的思想进行考究。本文从馆藏资源管理、共享阅读空间、特殊用户服务、简化借阅方式、优化阅读体验以及文化推广多个方面对元宇宙应用于智慧图书馆进行展望,探讨搭建在元宇宙中的全智慧图书馆的服务转型。见图 2。

5.1 馆藏资源管理:实现图书智慧排列

在元宇宙中,基于全智慧图书馆来实现多模态信息资源的聚类、融合和重组,并以数字孪生技术搭建图书馆的立体建模。对于多模态馆藏资源的排列分类,全智慧图书馆在元宇宙中不是以学科领域分类,而是以读者的需求进行分类,读者的个性化需求成为馆藏资源排列的主要方式。根据读者需求,建立在云上的全智慧图书馆对全领域书籍进行检索,根据书籍与读者需求关联强度进行全领域图书的重新排列,强关联书籍位于该学科领域顶端,弱关联书籍位于末端。在下次读者进行阅读时,全智慧图书馆已根据读者需求形成符合读者要求的书籍排列,如果读者需求更变,则图书馆会进行二次检索并重新排列。读者需求不同,图书馆书籍排列方式不同,使每位读者在元宇宙中都拥有自己的全智慧图书馆。

5.2 优化阅读体验:享受动态实景阅读

社会形态的进化和文献载体的迭代引领了图书馆的职责使命的嬗变与服务方式的变革[41]。实体文献永远是图书馆的根本,但元宇宙的出现促进了虚实融

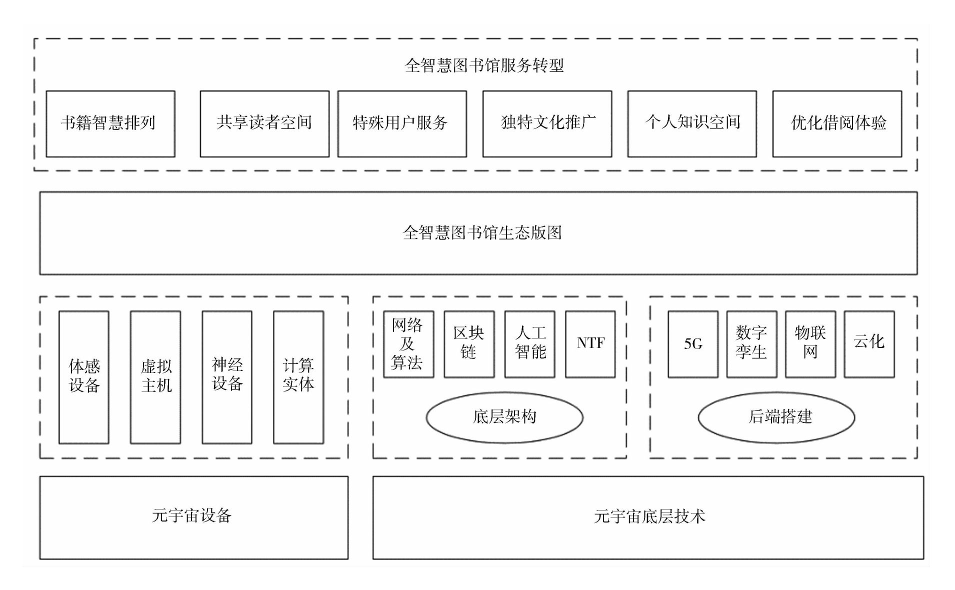


图2　元宇宙视角下全智慧图书馆生态

合，使实体文献中隐性的信息、知识以可视化形式展现给读者。传统虚拟现实技术应用的本质都是局部虚拟配合局部现实，存在有沉浸感不足、帧率较低等问题。元宇宙出现则使读者进行阅读时通过数字孪生、空间感知、动作捕捉、手势识别以及数字替身等人机交互技术实现阅读过程中的全面沉浸，使读者在阅读中可以与书中人物进行交互，书本知识以视听方式展现。高度沉浸感与交互感不仅满足了读者阅读上的新鲜感，也为图书馆文化传播提供新路径。

5.3　文化展览推广：新颖的运营模式

图书馆传统的推广模式在互联网时代的影响逐渐减小，只有寻找更加新奇独特的推广方式才能吸引大众目光。

在元宇宙中，图书馆管理者可以通过对虚拟图书馆进行独特建模、定期设定图书馆主题、开展虚拟书展进行文化传播。同时可以利用区块链上的非同质化代币与馆藏资源形成价值绑定，达到文化推广的效果。事实上，这种推广模式早已经在艺术品、纪念品[42]、时装界中出现。图书馆既有可能也有必要通过制作本馆特有的文创产品、纪念品，使其与非同质化代币进行关联，实现文化传输。通过对元宇宙中图书馆主题的不断更新、加强与其他领域的主题关联并将区块链技术引入艺术领域等方式增加读者的关注度。

5.4　特殊用户服务：提供全民文化服务

根据国务院2021年印发的《“十四五”残疾人保障和发展规划》显示，我国残障人群有数千万，且大多以视听障碍为主。图书馆作为公共文化服务场所，其服务对于残障读者来说并不便利。在大多数情况下，残障人士受到诸多条件限制，大多处于信息弱势地位。为促进公共文化服务均等化发展，公共图书馆有必要针对残障人士，探索新型公共文化智慧服务模式[43]。

针对残障人士，元宇宙可以为图书馆提供多种服务模式。对于视力障碍读者，图书馆可以利用智能机器人为其提供语音辅助服务，保证视力障碍读者在馆内拥有全程的语音跟随。同时智能机器人可以为他们介绍每个书架的书本分类以及书籍内容，并通过计算实时人流量避开拥挤路段[44]。对于听力障碍的读者，利用元宇宙技术可以提供视觉强化服务，利用增强现实技术提供可视化信息提示、可视化信息检索等，通过AR设备将文字、图像叠加于馆内现实物品。另一种服务方式是建立元宇宙中的智慧图书馆实现残障人士居家借阅书籍。通过全息投影等设备实现视觉仿真、通过气味传感器等设备实现气息仿真、通过体感设备实现身体仿真、通过脑机接口实现心理仿真，使残障读者可以在元宇宙中“身临其境”地参观图书馆，如创建虚拟读者形象、借还书籍、体验虚拟阅读社区、记录虚拟笔记等。

5.5　个人知识空间：读者成为知识创作主体

元宇宙本身是一个持续性开放的空间，开放与共享使元宇宙支持用户生成内容。这意味着以元宇宙为生态所搭建的图书馆也产生了新的知识创新方式。读者可以利用图书馆中的馆藏资源在元宇宙空间进行AI创造，并在元宇宙中的图书馆形成个人知识空间。这个空间是建立在元宇宙图书馆中的虚拟空间，读者通过这个虚拟知识空间创造并发布原生数字知识，这种知识的创造完全是以虚拟事物为蓝本，如描述虚拟

世界的小说、影视作品等。不同读者的个人知识空间都将成为元宇宙中图书馆的重要组成部分，那么读者在知识空间的数字化创作与元宇宙中图书馆的馆藏资源就产生了高强度关联，这既加强了读者在元宇宙图书馆中的参与感，也为图书馆转型提供了新动力[45]。

5.6 共享阅读空间：全民互联的线上图书馆

Second life 社交平台为我们带来了元宇宙的雏形，但 Second life 的核心是立体建模与互联网相结合，读者只能利用键鼠设备进入虚拟图书馆，缺乏了体感交互，阅读体验上与传统的数字图书馆相差并不大。元宇宙中的全智慧图书馆则是将规则与算法运作、区块链与数字货币、UGC 与虚拟现实等技术进行高度融合，基于数字孪生理念构建一个全仿真的数字孪生图书馆，读者通过体感设备与虚拟现实技术实现居家享受图书馆服务。Second life 中的图书馆为元宇宙图书馆的构建提供了思路，如馆藏资源数字化转型、整合开放获取资源[46]。对于元宇宙中图书馆的建立，完全可以以 Second life 中的图书馆为框架，通过更为完善的底层算法技术配合实体建模，将 Second life 中所欠缺的实时渲染、体感互动、低延迟等弊端予以完善，使元宇宙中的图书馆成为一个在线开放的全民线上图书馆。在这个全民线上图书馆中，可以建立一种去中心化的、多层次的共享空间，并丰富这个共享空间的服务边界，增加更为多样的学习、办公、社交、娱乐等虚拟场景，使元宇宙中图书馆的服务模式更加全面。

6 结语

博尔赫斯认为如果有天堂，那一定是图书馆的模样[47]。元宇宙的出现为未来图书馆的形态变革带来了新的思路。尽管目前元宇宙尚未实现，但元宇宙的底层技术正逐渐渗入我们的日常生活。一个新技术应用于一个新领域必然会存在许多问题，尽管元宇宙的出现可能使人类、乃至整个社会规则都面临着改变，但其无疑也是给图书馆带来了新的机遇。对此图书馆要时刻关注着新兴技术的诞生，对于元宇宙在图书馆应用的规则、流程、方法、程序、底层逻辑等都需要慎重考虑，同时应积极拥抱新技术，不断将其底层技术引入智慧图书馆的建设之中。如果元宇宙成为现实，那么全智慧图书馆也将因此实现变革。

参考文献：

[1] 江西省工业和信息化厅:2021 世界 VR 产业大会云峰会盛大开幕[EB/OL].[2021-10-20]. http://www.xiushui.gov.cn/xxgk/xzxxgk/hax/gzdt_127988/202110/t20211022_5276283.html.

[2] 储节旺,吴田恬,马昕悦,等. 混合现实技术及其在图书馆中的应用展望[J]. 图书情报工作,2021,65(10):23-30.

[3] 李正艳. 浅议混合现实技术在智慧图书馆的应用[J]. 山西科技,2019,34(6):47-49,53.

[4] 储节旺,陈梦蕾. 人工智能驱动图书馆变革[J]. 大学图书馆学报,2019,37(4):5-13.

[5] LEE J Y. A study on metaverse hype for sustainable growth[J]. International journal of advanced smart convergence, 2021,10(3):72-80.

[6] 马晓澄. 元宇宙到底是个啥,离我们还有多远?[N]. 新华每日电讯,2021-11-03(6).

[7] 叶真. 数字经济下一站,是元宇宙吗?[N]. 新华日报,2021-11-03(13).

[8] Hardware and the Metaverse. vc:Hardware and the metaversemat-theball.[EB/OL].[2021-09-29]. https://www.matthewball.vc/all/hardwaremetaverse.

[9] 朱嘉明. "元宇宙"和"后人类社会"[N]. 经济观察报,2021-06-21(33).

[10] 杨新涯,钱国富,唱婷婷,涂佳琪. 元宇宙是图书馆的未来吗?[J]. 图书馆论坛,2021,41(12):35-44.

[11] 许鑫,易雅琪,汪晓芸. 元宇宙当下的"七宗罪":从产业风险放大器到信息管理新图景[J]. 图书馆论坛,2022(1):1-7.

[12] 丁安,褚艳秋,朱朝凤,等. 近十年我国智慧图书馆服务模式研究综述[J]. 图书馆学刊,2019,41(1):122-126.

[13] 岳和平. 5G 技术驱动的图书馆智慧服务场景研究[J]. 图书与情报,2019(4):119-121.

[14] 初景利,段美珍. 智慧图书馆与智慧服务[J]. 图书馆建设,2018(4):85-90,95.

[15] 苏冬华. 基于虚拟现实(VR)应用的图书馆角色定位与创新服务研究[J]. 图书与情报,2017(2):72-75.

[16] 钱智炜,陈剑锋,盛小青. 移动 AR 技术对图书馆的应用研究[J]. 中国新通信,2020,22(21):127-128.

[17] 李和顺,齐雪洁,殷刚. 河北工程大学图书馆 VR 全景图书馆技术的尝试与思索[J]. 河北工程大学学报(自然科学版),2019,36(1):126-127.

[18] 朱淼良,姚远,蒋云良. 增强现实综述[J]. 中国图象图形学报,2004(7):3-10.

[19] 王园,林锦青,谢非,丁娜. 5G 时代 VR 虚拟社交可能存在的模式分析[J]. 软件,2021,42(11):137-139.

[20] 孟琼. Second Life 中虚拟图书馆的应用与构建研究[D]. 长春:东北师范大学,2010.

[21] 李麟. 虚拟世界中的参考咨询服务——以 SecondLife 为例[J]. 图书馆理论与实践,2010(3):5-8.

[22] 方昌林. 合肥市城市街区 24 小时自助图书馆今天启用[EB/OL].[2022-01-11]. http://www.ahwang.cn/zbah/20161020/1570494.shtml.

[23] 李菲菲. 基于人工智能的智慧图书馆建设的逻辑和方法研究[J]. 情报科学,2021,39(12):87-92.

[24] 黄民理,郑聪,郑婷.智慧图书馆24小时自助服务架构及其实现研究[J].农业图书情报学报,2021,33(2):83-96.
[25] 林莉.图书馆的使命——弘扬优秀民族文化铸造中华民族共同体意识[J].中国民族博览,2021(1):211-213.
[26] 戴莹.泛在信息社会下图书馆智慧化服务体系研究[J].图书馆学刊,2018,40(9):52-55,70.
[27] 胡国强,马来宏.虚拟现实和增强现实在智慧图书馆的应用[J].图书馆工作与研究,2017(9):50-54.
[28] 李菲菲.区块链技术驱动的数字图书馆管理模式创新研究[J].图书馆学刊,2021,43(9):90-94.
[29] 刘炜,陈晨,张磊.5G与智慧图书馆建设[J].中国图书馆学报,2019,45(5):42-50.
[30] 傅平,邹小筑,吴丹,叶志锋.回顾与展望:人工智能在图书馆的应用[J].图书情报知识,2018(2):50-60.
[31] 沈阳.虚拟社区与虚拟时空隧道[J].情报杂志,2007(4):69-71.
[32] 黄悦深.美国Second Life Library 2.0项目:图书馆虚拟营销研究[J].图书馆论坛,2013,33(5):50-54.
[33] KIPNIS D G. Beyondreality:augmented,virtual,and mixed reality in the library[J]. Reference anduserservices quarterly,2019,59(2):134-144.
[34] CASENJ. WolfWalk[EB/OL]. [2021-10-20]. http://www.lib.ncsu.edu/reports/wolfwak.
[35] 李庆华.混合现实技术在图书馆中的应用前景分析[J].四川图书馆学报,2017(2):29-32.
[36] 袁勇,王飞跃.区块链技术发展现状与展望[J].自动化学报,2016,42(4):481-494.
[37] 黄敏聪.区块链技术及其对图书馆发展的变革性影响[J].图书情报工作,2018,62(13):11-18.
[38] 王志强,盖素丽,崔彦军,董佳.基于数字孪生与区块链的智慧农业系统研究[J].河北省科学院学报,2021,38(1):66-73.
[39] 腾讯网.第一本NFT小说发布[EB/OL].[2022-01-11]. https://new.qq.com/omn/20210401/20210401A035WV00.html.
[40] 刘晓波.数字孪生驱动的图书馆服务探索与思考[J].图书馆研究,2021,51(3):106-111.
[41] 陈定权,尚洁,汪庆怡,等.在虚与实之间想象元宇宙中图书馆的模样[J].图书馆论坛,2022,42(1):62-68.
[42] 陈晓菡,解学芳.颠覆式创新:区块链技术对文化创意产业的影响[J].科技管理研究,2019,39(7):133-139.
[43] 林步新.残疾人基本公共服务协同供给研究[D].长沙:湖南师范大学,2019.
[44] LEE C I,XIAO F R,HSU Y W. AR Book-Finding behavior of users in library venue[J]. Applied sciences-basel,2020,10(20):73-79.
[45] 光明网."新技术"和"文科"不能简单相加[EB/OL].[2021-10-30]. https://baijiahao.baidu.com/s?id=1687359730320970630&wfr=spider&fo=pc.
[46] 武琳,张亚.Second Life中图书馆的服务模式[J].图书情报工作,2009,53(17):68-70,101.
[47] 赵宣.图书馆,何时不再为你心痛[J].图书馆,2005(1):25-26.

作者贡献说明:
储节旺:论文选题与审验;
李佳轩:论文撰写与修改、框架拟定。

Full Intelligent Library-Metaverse will be the Way to Achieve

Chu Jiewang　Li Jiaxuan
School of Management, Anhui University, Hefei 230601

Abstract: [**Purpose/Significance**] In order to promote the transformation and optimization of library services, the metaverse and its related technologies are analyzed in order to explore the prospects of their application in libraries. [**Method/Process**] By exploring the metaverse and its underlying technologies, and the theoretical logic of metaverse application in libraries, this study proposed the future prospects of metaverse application in libraries. [**Result/Conclusion**] The application of metaverse and its related technologies is the key to advance the development of libraries to full intelligent libraries. Metaverse enables libraries to optimize collection resource management, reading space, cultural promotion, reading experience, and special user services, and realize the morphological change of intelligent libraries.

Keywords: full intelligent library　metaverse　virtual reality　library　service model